

ALTERNATIF DESAIN STRUKTUR JEMBATAN MENGGUNAKAN BAJA TIPE BOWSTRING TRUSS PADA JEMBATAN NIOGA KABUPATEN PUNCAKJAYA WAMENA

Nova Charisma Vindiantri Verocha¹, Warsito², Azizah Rachmawati³

1) Mahasiswa Teknik Sipil Universitas Islam Malang, email: novacharisma.12@gmail.com

2) Dosen Teknik Sipil Universitas Islam Malang, email: warsito@unisma.ac.id

3) Dosen Teknik Sipil Universitas Islam Malang, email: azizah.rachmawati@unisma.ac.id

ABSTRAKSI

Kabupaten Puncak Jaya adalah kabupaten terletak di wilayah pengunungan tengah Pulau Papua dan termasuk wilayah Provinsi Papua. Secara geografis terletak pada posisi 137°15' - 138°15' Bujur Timur dan 2°0' - 3°0' Lintang Selatan. Pada ruas Usulimo – Karubaga – Mulia di Kabupaten Puncakjaya terdapat wilayah yang dipisahkan oleh sungai. Pemerintah menghubungkan wilayah tersebut dengan jembatan Nioga. Pada saat ini jembatan menggunakan konstruksi rangka baja tipe Truss. Jembatan adalah suatu sistem transportasi nasional yang mempunyai peranan penting terutama dalam mendukung bidang ekonomi, sosial dan budaya serta lingkungan. Tujuan dari studi perencanaan ini untuk merencanakan struktur rangka suatu jembatan dengan menggunakan rangka baja Tipe Bowstring dengan bentang 40 meter dan lebar 9 meter. Pada perencanaan jembatan Nioga menggunakan metode Load and Resistance Factor Design dan untuk analisa pemodelan struktur jembatan menggunakan program bantu STAAD Pro. Pada jembatan ini direncanakan menggunakan profil baja WF 400x200x8x13 untuk gelagar memanjang, WF 900x300x16x28 untuk gelagar melintang, WF 388x402x15x15 untuk gelagar induk bawah dan gelagar induk pelengkung, LD 150.150.19 untuk ikatan angin atas, tengah dan bawah. Dimensi bantalan elastomer menggunakan panjang 60 cm, lebar 60 cm, dan tinggi 16,2 cm. Pondasi yang digunakan ialah pondasi tiang pancang dengan diameter 30 cm dengan jumlah tiang 10 buah pada kedalaman 14m.

Kata kunci : *Jembatan Rangka Baja, Jembatan Rangka Baja Tipe Bowstring Truss, Bantalan Elastomer*

Puncak Jaya Regency is a regency located in the central mountainous region of Papua Island and is included in the Papua Province region. Geographically located at position 137 ° 15 ' - 138 ° 15' East Longitude and 2 ° 0 ' - 3 ° 0' South Latitude. In the Usulimo - Karubaga - Mulia section in Puncakjaya Regency there is an area separated by a river. The government connects the area with the Nioga bridge. At present the bridge uses a Truss type steel frame construction. The bridge is a national transportation system that has an important role especially in supporting the economic, social and cultural and environmental fields. The purpose of this planning study is to plan the structure of a bridge frame using a Bowstring Type steel frame with a span of 40 meters and a width of 9 meters. In Nioga bridge planning using the Load and Resistance Factor Design method and for the analysis of bridge structure modeling using the STAAD Pro program. On this bridge it is planned to use steel profiles WF 400x200x8x13 for longitudinal girder, WF 900x300x16x28 for transverse girder, WF 388x402x15x15 for lower main girder and curved main girder, LD 150.150.19 for upper, middle and lower wind ties. The dimensions of elastomeric pads are 60 cm long, 60 cm wide, and 16.2 cm high. The foundation used is the pile foundation with a diameter of 30 cm with a number of 10 poles at a depth of 14m.

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Kabupaten Puncak Jaya adalah kabupaten terletak di wilayah pengunungan tengah Pulau Papua dan termasuk wilayah Provinsi Papua. Secara geografis Kabupaten Puncak Jaya terletak pada posisi 137° 15' - 138°15' Bujur Timur dan 2°0' - 3°0' Lintang Selatan. Kabupaten Puncak Jaya memiliki 8 distrik dengan 302 kampung dan memiliki jumlah penduduk 256,314 Jiwa. Kabupaten Puncak Jaya berada pada ketinggian 500 s/d 4.500 meter diatas permukaan laut dengan 95% wilayah perbukitan dan 5% wilayah daratan rendah.

Pada ruas Usulimo – Karubaga – Mulia di Kabupaten Puncak Jaya terdapat wilayah yang dipisahkan oleh sungai dengan jarak 40 meter. Pemerintah setempat menghubungkan wilayah tersebut dengan jembatan Nioga dengan bentang 40 meter dan lebar 8 meter termasuk trotoar. Pada saat ini jembatan menggunakan konstruksi rangka baja tipe Warren Truss. Penulis merencanakan alternatif perencanaan ulang bangunan atas jembatan menggunakan baja tipe Bowstring Truss. Perencanaan ulang dilakukan agar mengetahui kekuatan jembatan jika memakai jembatan rangka baja tipe Bowstring Truss.

Dalam perencanaan ulang jembatan Nioga menggunakan peraturan-peraturan yang berlaku di Indonesia yang memenuhi SNI dan menggunakan metode LRFD (Load and Resistance Factor Design).

Identifikasi Masalah

Dari latar belakang diatas maka didapatkan identifikasi masalah sebagai berikut:

1. Kondisi perubahan pada jenis plat lantai jembatan yang digunakan.
2. Kondisi perubahan pada profil WF yang digunakan dikarenakan perubahan desain jembatan.

Rumusan Masalah

Dari latar belakang diatas maka didapatkan rumusan masalah sebagai berikut:

1. Berapa dimensi tebal plat lantai kendaraan pada lantai jembatan Nioga?
2. Berapa dimensi baja untuk gelagar induk dan ikatan angin pada konstruksi jembatan Nioga ?

Tujuan dan Manfaat

1. Untuk mengetahui hasil besar dimensi tebal plat lantai kendaraan pada lantai jembatan Nioga
2. Untuk mengetahui hasil besar dimensi baja untuk gelagar induk dan ikatan angin pada konstruksi jembatan Nioga.

Lingkup Pembahasan

1. Perhitungan dimensi tebal plat kendaraan dan trotoar
2. Perhitungan dimensi gelagar induk.
3. Perhitungan ikatan angin.
4. Perhitungan baut untuk sambungan.

TINJAUAN PUSTAKA

Jembatan

Menurut para ahli (Supriyadi dan Muntohar, 2007) jembatan adalah suatu bangunan yang memungkinkan suatu jalan menyilang sungai/saluran air, lembah atau menyilang jalan lain yang tidak sama tinggi permukaannya. Dalam perencanaan dan perancangan jembatan sebaik mempertimbangkan fungsi kebutuhan transportasi, persyaratan teknis dan estetika-arsitektural yang meliputi : Aspek lalu lintas, Aspek teknis, Aspek estetika.

Plat Jembatan

Pada perencanaan plat jembatan menggunakan plat komposit yang terdiri dari steel deck dan struktur beton. Untuk steel deck mempunyai sistem kerja plat satu arah (oneway slab).

Syarat kekuatan momen pada plat jembatan :

$$\phi M_n > M_u$$

Syarat tebal minimum jembatan :

$$t_s \geq 200 \text{ mm}$$

$$A_s = \frac{(\frac{1}{4} \times \pi \times D^2 \times b)}{\text{Jarak yg direncanakan}}$$

Kekuatan momen rencana :

$$M_u = \phi \times (C_c \times Z_1 + C_s \times Z_2)$$

Gelagar Induk

Gelagar induk adalah gelagar utama suatu jembatan yang berupa suatu rangka baja dipasang pada kedua ujung jembatan dengan posisi arah memanjang. Dalam perencanaan gelagar ada hal-hal yang harus diperhatikan. Dalam mencari gaya-gaya beban pada jembatan menggunakan aplikasi bantuan STAAD Pro v.8i

$$\text{Syarat : } N_u \phi_c > N_n$$

Batang Tekan

Daya dukung nominal :

$$N_n = A_g \cdot f_{cr} = A_g \cdot \frac{f_y}{w}$$

Batang Tarik

Kondisi leleh :

$$\phi \cdot N_n = \phi \times A_g \times f_y$$

Kondisi fraktur

$$\phi \cdot N_n = \phi \times A_e \times f_u$$

METODOLOGI PERENCANAAN

Tahapan Perencanaan

1. Perhitungan plat lantai kendaraan dan trotoar jembatan
 - a. Perhitungan tebal plat lantai jembatan
 - b. Perhitungan Penulangan
2. Perhitungan gelagar induk
 - a. Statika pembebanan
 - b. Analisis jembatan
 - c. Perhitungan batang tekan
 - d. Perhitungan batang tarik
3. Perhitungan ikatan angin
 - a. Perhitungan ikatan angin atas
 - b. Perhitungan ikatan angin bawah
4. Kesimpulan dan saran

PEMBAHASAN

Data perencanaan :

1. Nama Jembatan : Jembatan Nioga
2. Lokasi Proyek : Kabupaten Puncak Jayawijaya
3. Jenis Jembatan : Rangka Baja
4. Tipe Rangka Jembatan : Bowstring Truss
5. Kelas Jembatan : Kelas A
6. Panjang Jembatan : 40 meter
7. Lebar Jembatan : 9 meter
8. Lebar lalu lintas : 7 meter
9. Lebar Trotoar : 1 x 2 meter
10. Jarak Gel. Melintang : 5,71 meter
11. Jarak Gel. Memanjang : 1,75 meter
12. Tinggi Masuk Jembatan : 5,5 meter
13. Tinggi Tengah Jembatan : 9,84 meter
14. Mutu Tulangan Baja
 - Mutu tulangan baja (f_y): 390 Mpa
15. Mutu Beton (f_c') : 35 Mpa

Plat Lantai Jembatan

Diamter tulangan (D) = 12 mm

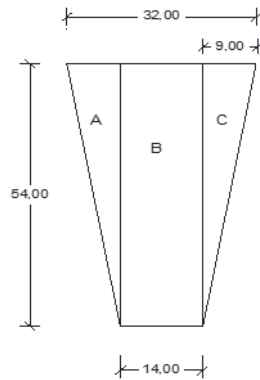
Selimut beton = 40 mm

b = 1000 mm

Tebal plat lantai = 200 mm

Tinggi steel deck = 54 mm

Luas Steel Deck :



Gambar 1. Steel Deck Union Steel Deck II

Luas A & C :

$$\begin{aligned}\text{Luas A} = \text{C} &= \frac{1}{2} \times 9 \times 54 \\ &= 243 \text{ mm}^2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}Y_a = Y_c &= \frac{2}{3} \times 54 \\ &= 36 \text{ mm}\end{aligned}$$

Luas B :

$$\begin{aligned}\text{Luas B} &= 14 \times 54 \\ &= 756 \text{ mm}^2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}Y_b &= 54/2 \\ &= 27 \text{ mm}\end{aligned}$$

Momen Lapangan

$$M_u = 71,826 \text{ kN.m}$$

$$\begin{aligned}Y_o &= \frac{(A_1.Y_1) + (A_2.Y_2) + (A_3.Y_3)}{A_1 + A_2 + A_3} \\ &= \frac{(243 \times 36) + (243 \times 36) + (756 \times 27)}{243 + 243 + 756}\end{aligned}$$

$$Y_o = 30,52 \text{ mm}$$

$$h = 200 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned}d &= h - Y_o \\ &= 200 - 30,52\end{aligned}$$

$$d = 169,48 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned}d' &= \text{Selimut beton} + (1/2 \times \text{Dia. Tulangan}) \\ &= 40 + (1/2 \times 12)\end{aligned}$$

$$d' = 46 \text{ mm}$$

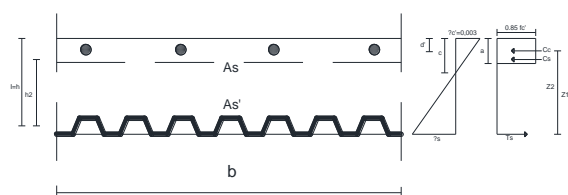
Diambil D 12 dengan Jarak 100 mm :

$$A_s \text{ Steel deck} = 2000 \text{ mm}^2/\text{m}$$

$$\begin{aligned}A_s' &= (1/4 \times \pi \times 12^2 \times 1000)/100 \\ &= 1130,97 \text{ mm}^2/\text{m}\end{aligned}$$

Mencari letak garis netral :

Dimisalkan garis netral $> d'$:



Gambar 2. Garis Netral Pada Lapangan

$$p = \frac{As}{bd} = \frac{2000}{1000 \times 169,48} = 0,0118$$

$$p' = \frac{As'}{bd} = \frac{1675,52}{1000 \times 169,48} = 0,0067$$

$$pb = 0,85 \times \beta_1 \times \frac{f'_c}{f_y} \times \frac{600}{600 + f_y}$$

$$= 0,85 \times 0,81 \times \frac{35}{390} \times \frac{600}{600 + 390} = 0,0374$$

$$P_{max} = 0,75 \times pb$$

$$= 0,75 \times 0,0374 = 0,0281$$

Jika

$$f_s' = \frac{c-d'}{c} \times \epsilon_c' \times E_s = \frac{c-d'}{c} \times 0,003 \times 200000 = \frac{c-d'}{c} \times 600$$

$$f_s = \frac{d-c}{c} \times \epsilon_c' \times E_s = \frac{d-c}{c} \times 0,003 \times 200000 = \frac{d-c}{c} \times 600$$

$f_c' > 30$ maka, $\beta = 0,85 - (0,008 \times (f_c' - 30))$
 $\beta = 0,85 - (0,008 \times (35 - 30))$
 $\beta = 0,81$

$$\sum H = 0$$

$$C_c + C_s - T_s = 0$$

$$(0,85 \cdot f_c' \cdot \beta_1 \cdot c \cdot b) + (A_s' \cdot f_s' - 0,85 \cdot f_c') - (A_s \cdot f_s) = 0$$

$$(0,85 \cdot 35 \cdot 0,81 \cdot 1000 \cdot c) + (1130,97 \cdot (\frac{c-d'}{c} \times 600) - (0,85 \cdot 35)) - (2000 \cdot \frac{d-c}{c} \times 600) = 0$$

$$(24.097,5 c) + (1130,97 \cdot (\frac{c-46}{c} \times 600) - (29,75)) - (2000 \cdot \frac{169,48-c}{c} \times 600) = 0$$

Dari perhitungan maka dengan rumus turunan maka didapatkan :

$$c = 87,82 \text{ mm}$$

$$a = \frac{A_s \times f_y}{0,85 \times f_c' \times b} \text{ atau } = \beta_1 \times c$$

$$= 0,81 \times 87,82 = 71,13 \text{ mm}$$

Menghitung nilai – nilai berikut :

$$f_s' = \frac{c-d'}{c} \times 600 = \frac{87,82-46}{c} \times 600 = 285,72 \text{ Mpa}$$

dikarenakan $f_s'(285,72 \text{ Mpa}) < f_y (390 \text{ Mpa})$, maka nilai yang digunakan nilai f_s' :

Tegangan tekan pada serat beton :

$$C_c = 0,85 \times f_c' \times a \times b$$

$$= 0,85 \times 35 \times 71,13 \times 1000$$

$$= 2116117,5 \text{ N}$$

$$T_s = A_s' \times F_y$$

$$= 2000 \times 390$$

$$= 780000 \text{ N}$$

Tegangan tekan pada serat baja :

$$C_s = A_s' (f_s' - 0,85 \cdot f_c')$$

$$= 1130,97 \times (285,72 - (0,85 \times 35))$$

$$= 289494,39 \text{ N}$$

$$Z_1 = d - (1/2 \times a)$$

$$= 169,48 - (1/2 \times 71,13)$$

$$= 133,915 \text{ N}$$

$$Z_2 = d - d'$$

$$= 169,48 - 46$$

$$= 123,48 \text{ mm}$$

Kekuatan momen yang terjadi :

$$M_n = (C_c \times Z_1) + (C_s \times Z_2)$$

$$= (2116117,5 \times 133,915) + (289494,39 \times 123,48)$$

$$M_n = 319126642 \text{ Nmm}$$

Kekuatan momen rencana :

$$M_r = \phi \times M_n$$

$$= 0,85 \times 319126642$$

$$M_r = 271257646 \text{ Nmm}$$

$$= 271,257 \text{ kNm}$$

Cek kontrol kekuatan momen rencana : $M_r > M_u$

$$M_r = 271,257 \text{ kNm}$$

$$M_u = 71,826 \text{ kNm}$$

Maka,

$$M_r > M_u$$

$$271,257 > 71,826$$

Jadi, karena $M_r > M_u$ maka bisa dikatakan kontrol **(AMAN)**

Jadi, Direncanakan menggunakan tulangan bagi $\phi 12 \text{ mm}$ dengan jarak 100 mm

$$A_{s\text{bagi}} = 20\% \times A_s$$

$$= 0,2 \times 2000$$

$$= 400 \text{ mm}^2$$

Jumlah tulangan bagi tiap meter (n)

$$n = \frac{A_{s\text{bagi}}}{A_{s\text{ada}}} = \frac{400}{\frac{1}{4}\pi 12^2} = 3,54 \sim 5 \text{ Tulangan}$$

$$S = \frac{b \text{ digunakan}}{n} = \frac{1000}{5} = 200 \text{ mm}$$

Maka tulangan yang digunakan : $\phi 12-200 \text{ mm}$

Momen Tumpuan :

$$M_u = 72,135 \text{ kN.m}$$

$$Y_o = \frac{(A_1.Y_1)+(A_2.Y_2)+(A_3.Y_3)}{A_1+A_2+A_3}$$

$$= \frac{(243 \times 36)+(243 \times 36)+(756 \times 27)}{243+243+756}$$

$$Y_o = 30,52 \text{ mm}$$

$$h = 200 \text{ mm}$$

$$d = h - \text{Selimut beton} - \frac{1}{2} \times \text{Dia. Tulangan}$$

$$= 200 - 40 - \frac{1}{2} \times 12$$

$$d = 154 \text{ mm}$$

$$d' = Y_o$$

$$d' = 30,52 \text{ mm}$$

Diambil D 12 dengan Jarak 100 mm

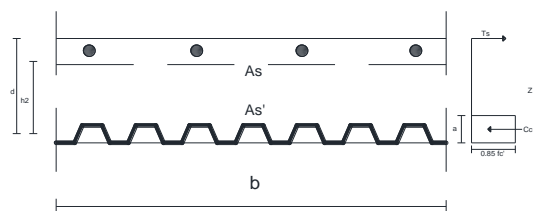
$$A_{s\text{Steel deck}} = 2000 \text{ mm}^2/\text{m}$$

$$A_{s'} = (1/4 \times \pi \times 12^2 \times 1000)/100$$

$$= 1130,97 \text{ mm}^2/\text{m}$$

Mencari letak garis netral :

Dimisalkan garis netral $> d'$:



Gambar 3. Garis Netral Pada Tumpuan

$$p = \frac{A_s}{bd} = \frac{2000}{1000 \times 154} = 0,0130$$

$$p' = \frac{A_{s'}}{bd} = \frac{1675,52}{1000 \times 154} = 0,0073$$

$$pb = 0,85 \times \beta_1 \times \frac{f'_c}{f_y} \times \frac{600}{600 + f_y}$$

$$= 0,85 \times 0,81 \times \frac{35}{390} \times \frac{600}{600+390} = 0,0374$$

$$P_{max} = 0,75 \times pb$$

$$= 0,75 \times 0,0374 = 0,0281$$

Jika

$$F_s' = \frac{c-d'}{c} \times \epsilon_c' \times E_s = \frac{c-d'}{c} \times 0,003 \times 200000 = \frac{c-d'}{c} \times 600$$

$$F_s = \frac{d-c}{c} \times \epsilon_c' \times E_s = \frac{d-c}{c} \times 0,003 \times 200000 = \frac{d-c}{c} \times 600$$

$$F_c' > 30 \quad \text{maka, } \beta = 0,85 - (0,008 \times (f_c' - 30))$$

$$\beta = 0,85 - (0,008 \times (35 - 30))$$

$$\beta = 0,81$$

$$\sum H = 0$$

$$C_c + C_s - T_s = 0$$

$$(0,85 \cdot f_c' \cdot \beta_1 \cdot c \cdot b) + (A_s' \cdot f_s' - 0,85 \cdot f_c') - (A_s \cdot f_s) = 0$$

$$(0,85 \cdot 35 \cdot 0,81 \cdot 1000 \cdot c) + (1130,97 \cdot (\frac{c-d'}{c} \times 600) - (0,85 \cdot 35)) - (2000 \cdot \frac{d-c}{c} \times 600) = 0$$

$$(24.097,5 c) + (1130,97 \cdot (\frac{c-30,52}{c} \times 600) - (29,75)) - (2000 \cdot \frac{154-c}{c} \times 600) = 0$$

Dari perhitungan maka dengan rumus turunan maka didapatkan :

$$c = 81,43 \text{ mm}$$

$$a = \frac{A_s \times f_y}{0,85 \times f_c' \times b} \text{ atau } \beta_1 \times c$$

$$= 0,81 \times 81,43 = 65,96 \text{ mm}$$

Menghitung nilai – nilai berikut :

$$f_s' = \frac{c-d'}{c} \times 600 = \frac{81,43-30,52}{c} \times 600 = 375,11 \text{ Mpa}$$

dikarenakan $f_s'(375,11 \text{ Mpa}) < f_y (390 \text{ Mpa})$, maka nilai yang digunakan nilai F_s' :

Tegangan tekan pada serat beton :

$$\begin{aligned} C_c &= 0,85 \times f_c' \times a \times b \\ &= 0,85 \times 35 \times 65,96 \times 1000 \\ &= 1962310 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} T_s &= A_s' \times F_y \\ &= 1130,97 \times 390 \\ &= 441078,3 \text{ N} \end{aligned}$$

Tegangan tekan pada serat baja :

$$\begin{aligned} C_s &= A_s' (f_y - 0,85 \cdot f_c') \\ &= 1130,97 \times (390 - (0,85 \times 35)) \\ &= 720500 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Z_1 &= d - (1/2 \times a) \\ &= 154 - (1/2 \times 65,96) \\ &= 121,02 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Z_2 &= d - d' \\ &= 154 - 30,52 \\ &= 123,48 \text{ mm} \end{aligned}$$

Kekuatan momen yang terjadi :

$$\begin{aligned} M_n &= C_c \times Z_1 \\ &= 1962310 \times 121,02 \end{aligned}$$

$$M_n = 237478756,2 \text{ Nmm}$$

Kekuatan momen rencana :

$$\begin{aligned} M_r &= \phi \times M_n \\ &= 0,85 \times 237478756,2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_r &= 201856942,8 \text{ Nmm} \\ &= 201,856 \text{ kNm} \end{aligned}$$

Cek kontrol kekuatan momen rencana : $M_r > M_u$

$$M_r = 201,856 \text{ kNm}$$

$$M_u = 72,135 \text{ kNm}$$

Maka,

$$M_r > M_u$$

$$201,856 > 72,135$$

Jadi, karena $M_r > M_u$ maka bisa dikatakan kontrol **(AMAN)**

Jadi, Direncanakan penggunaan tulangan bagi ϕ 12 mm dengan jarak 100 mm

$$A_{sbagi} = 20\% \times A_s$$

$$= 0,2 \times 2000$$

$$= 400 \text{ mm}^2$$

Jumlah tulangan bagi tiap meter (n)

$$n = \frac{A_{s \text{ bagi}}}{A_{s \text{ ada}}} = \frac{400}{\frac{1}{4}\pi 12^2} = 3,54 \sim 5 \text{ Tulangan}$$

$$S = \frac{b \text{ digunakan}}{n} = \frac{1000}{5} = 200 \text{ mm}$$

Maka tulangan yang digunakan : ϕ 12- 200 mm

Gelagar Induk

Statika Pembebanan

1. Beban mati :

$$D_L = 468811,2 \text{ Kg}$$

Beban pada tiap gelagar :

$$D_L = \frac{G_{total}}{2} = \frac{468811,2}{2} = 234405,6 \text{ Kg}$$

Beban pada titik buhul tengah :

$$D_{L1} = \frac{P}{7} = \frac{234405,6}{7} = 33486,51 \text{ Kg}$$

Beban pada titik buhul tepi :

$$D_{L2} = \frac{P_1}{2} = \frac{33486,51}{2} = 16743,26 \text{ Kg}$$

2. Beban hidup

$$BTR = 69156,82 \text{ Kg}$$

Beban pada titik buhul tengah :

$$BTR_1 = \frac{Q}{7} = \frac{69156,82}{7} = 9879,55 \text{ Kg}$$

Beban pada titik buhul tepi :

$$BTR_2 = \frac{Q_1}{2} = \frac{9879,55}{2} = 4939,77 \text{ Kg}$$

$$BGT = 41417,25 \text{ Kg}$$

3. Beban rem

$$P_R = 3806,03 \text{ Kg}$$

Beban pada titik buhul tengah :

$$P_{R1} = \frac{P_R}{7} = \frac{3806,03}{7} = 543,72 \text{ Kg}$$

Beban pada titik buhul tepi :

$$P_{R2} = \frac{P_{R1}}{2} = \frac{543,72}{2} = 271,86 \text{ Kg}$$

4. Beban angin

Pada rangka jembatan :

$$\begin{aligned} V_{DZ} &= 2,5 \times V_0 \times \left(\frac{V_{10}}{V_B} \right) \ln \left(\frac{Z}{Z_0} \right) \\ &= 2,5 \times 13,2 \times \left(\frac{120}{120} \right) \ln \left(\frac{19150}{70} \right) = 185,18 \text{ Km/jam} \end{aligned}$$

Pada struktur jembatan :

$$P_W = 18863,9 \text{ Kg}$$

Beban pada titik buhul tengah :

$$P_{W1} = \frac{RA}{7} = \frac{18863,9}{7} = 2694,84 \text{ Kg}$$

Beban pada titik buhul tepi :

$$P_{W2} = \frac{P_W}{2} = \frac{2694,84}{2} = 1347,42 \text{ Kg}$$

5. Beban angin pada ikatan angin

Ikatan angin atas :

$$P = 27770,04 \text{ Kg}$$

Beban pada titik buhul tengah :

$$P_A = \frac{P}{7} = \frac{27770,04}{7} = 3967,15 \text{ Kg}$$

Beban pada titik buhul tepi :

$$P_{A2} = \frac{P_A}{2} = \frac{3967,15}{2} = 1983,57 \text{ Kg}$$

Ikatan angin bawah :

$$P = 29292,3 \text{ Kg}$$

Beban pada titik buhul tengah :

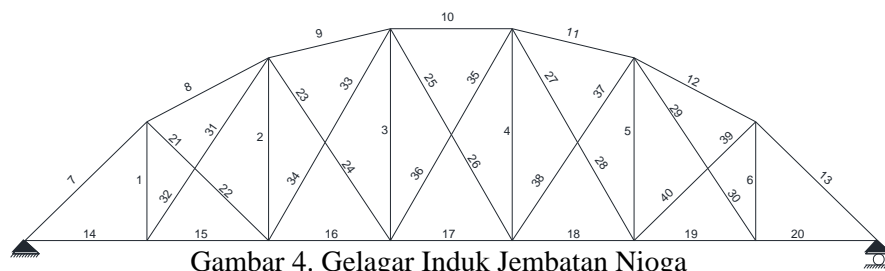
$$P_B = \frac{P}{7} = \frac{29292,3}{7} = 4184,61 \text{ Kg}$$

Beban pada titik buhul tepi :

$$P_{B2} = \frac{P_B}{2} = \frac{4184,61}{2} = 2092,31 \text{ Kg}$$

Analisa Gelagar Induk

Dari pembebanan-pembebanan diatas maka dilanjutkan dengan menghitung beban diatas dengan bantuan aplikasi STAAD Pro v.8i. Untuk melihat hasil analisa nilai-nilai gaya pada batang dapat dilihat pada tabel 1.



Gambar 4. Gelagar Induk Jembatan Nioga

Tabel 1. Nilai maksimum gaya aksial pada batang

No	Batang	Jenis Batang	Nomor Batang	Nilai (Kg)
1	Batang atas	Tekan	07 – 13	485082
2	Batang bawah	Tarik	14 – 20	-485082
3	Batang tengah	Tekan	1 – 3	112302,58
4	Batang tengah	Tarik	4 – 6	-112302,58
5	Batang diagonal	Tekan	21 – 30	101284,40
6	Batang diagonal	Tarik	31 – 40	-101284,40

(sumber : hasil analisa menggunakan program bantu)

Batang Tekan : Batang Atas Beam No.07

Dimensi batang profil : WF 388 x 402 x 15 x 15

Faktor beban (baja) = 1,10

$$B = 402 \text{ mm}$$

$$H = 388 \text{ mm}$$

$$tw = 15 \text{ mm}$$

$$tf = 15 \text{ mm}$$

$$ix = 166 \text{ mm}$$

$$W = 140 \text{ Kg/m}$$

$$A = 178,5 \text{ cm}^2$$

$$Ix = 49000 \text{ cm}^4$$

$$Iy = 16300 \text{ cm}^4$$

$$iy = 95,4 \text{ mm}$$

$$N_u = 269330,13 \text{ Kg}$$

Perhitungan kelangsingan penampang :

Terhadap tekuk sayap lokal

$$\frac{b}{t_f} = \frac{402}{2 \times 15} = 13,40 \text{ mm}$$

$$\lambda_r = \frac{250}{\sqrt{fy}} = \frac{250}{\sqrt{410}} = 12,35 \text{ cm}$$

Terhadap tekuk badan lokal

$$\frac{h}{t_w} = \frac{388}{15} = 25,87 \text{ mm}$$

$$\lambda_r = \frac{665}{\sqrt{fy}} = \frac{665}{\sqrt{410}} = 32,84 \text{ cm}$$

Perhitungan kuat tekan profil :

Sumbu x :

$$\lambda = \frac{k \times L}{r} = \frac{0,85 \times 7940}{166} = 40,66$$

$$\lambda_c = \frac{\lambda}{\pi} \sqrt{\frac{fy}{E}} = \frac{40,66}{3,14} \sqrt{\frac{410}{200000}} = 0,59$$

$$\text{karena, } 25 < \lambda_c < 1,2, \text{ maka } \omega = \frac{1,43}{1,6 - 0,67\lambda_c}$$

$$\omega = \frac{1,43}{1,6 - 0,67 \times 0,59} = 1,18$$

$$N_n = A_g \times F_{cr} = A_g \times \frac{fy}{\omega}$$

$$= 21870 \times \frac{410}{1,18}$$

$$N_n = 6178330,56 \text{ N} = 617833,06 \text{ Kg}$$

$$\phi \cdot N_n \geq N_u$$

$$0,85 \times 617833,06 \geq 269330 \text{ Kg}$$

$$525158,09 \geq 269330 \text{ Kg}$$

AMAN

Sumbu y :

$$\lambda = \frac{k \times L}{r} = \frac{0,85 \times 7940}{95,4} = 70,74$$

$$\lambda_c = \frac{\lambda}{\pi} \sqrt{\frac{fy}{E}} = \frac{70,74}{3,14} \sqrt{\frac{410}{200000}} = 1,02$$

$$\text{karena, } 25 < \lambda_c < 1,2, \text{ maka } \omega = \frac{1,43}{1,6 - 0,67\lambda_c}$$

$$\omega = \frac{1,43}{1,6 - 0,67 \times 1,02} = 1,56$$

$$N_n = A_g \times F_{cr} = A_g \times \frac{fy}{\omega}$$

$$= 21870 \times \frac{410}{1,56}$$

$$N_u = 4690697,6 \text{ N} = 469069,76 \text{ Kg}$$

$$\phi \cdot N_n \geq N_u$$

$$0,85 \times 469069,76 \geq 269330,13 \text{ Kg}$$

$$398709,29 \geq 269330,13 \text{ Kg}$$

AMAN

Suatu dimensi profil jembatan dikatakan aman sesuai dengan metode LFRD maka, dapat dinyatakan sebagai berikut :

$$\phi \cdot N_n \geq N_u$$

No	Batang Profil	Dimensi Profil	Nu (Kg)	φ. Nn	
				Sumbu X (Kg)	Sumbu Y (Kg)
1	Batang atas no. 07	WF 388x402x15x15	269330,13	525158,09	398709,29
2	Batang diagonal no.24	WF 388x402x15x15	31912,82	577881,6	490450,3

3	Batang tengah no. 01	WF 388x402x15x15	77000	577451,2	489701,4
---	----------------------	------------------	-------	----------	----------

Batang Tarik : Batang Bawah Beam No.17

Dimensi batang profil : WF 388 x 402 x 15 x 15

Faktor beban (baja) = 1,10

B	= 402 mm	W	= 140 Kg/m
H	= 388 mm	A	= 178,5 cm ²
tw	= 15 mm	I _x	= 49000 cm ⁴
tf	= 15 mm	I _y	= 16300 cm ⁴
ix	= 166 mm	iy	= 95,4 mm
N _u	= 155302,8 Kg		

Perhitungan luas nominal baut :

Baut A490 1 inchi = 25,4 mm

Lebar lubang baut = 25,4 + 2 = 27,4 mm

$$A_n = A_g - n \times d \times t$$

$$= 17850 - (1 \times 27,4 \times 21) = 17439 \text{ mm}^2$$

$$U = 1 - \frac{x}{l} = 1 - \frac{51,7}{201} = 0,74$$

$$A_e = U \times A_n$$

$$= 0,74 \times 17439 = 12953,45 \text{ mm}^2$$

Perhitungan pada kondisi leleh :

$$\phi.N_n = \phi \times A_g \times f_y$$

$$= 0,90 \times 17850 \times 410$$

$$\phi.N_n = 6586650 \text{ N} = 658665 \text{ Kg}$$

$$\phi.N_n \geq N_u$$

$$658665 \geq 155302,8 \text{ Kg}$$

AMAN

Perhitungan pada kondisi fraktur :

$$\phi.N_n = \phi \times A_e \times f_u$$

$$= 0,75 \times 12953,45 \times 550$$

$$\phi.N_n = 5343297 \text{ N} = 534329,7 \text{ Kg}$$

$$\phi.N_n \geq N_u$$

$$534329,7 \geq 155302,8 \text{ Kg}$$

AMAN

Suatu dimensi profil jembatan dikatakan aman sesuai dengan metode LFRD maka, dapat dinyatakan sebagai berikut :

$$\phi.N_n \geq N_u$$

No	Batang Profil	Dimensi Profil	N _u (Kg)	φ. Nn	
				Leleh (Kg)	Fraktur (Kg)
1	Batang diagonal no. 38	WF 388x402x15x15	31913,2	658665	534329,7
2	Batang tengah no.06	WF 388x402x15x15	77001	658665	534329,7

Ikatan Angin

Batang Tekan

No	Batang Profil	Dimensi Profil	N _u (Kg)	φ. Nn	
				Sumbu X (Kg)	Sumbu Y (Kg)
1	Batang vertikal	WF 250x125x6x9	25343,69	81625,19	26556,36
2	Batang Diagonal (Atas)	L 150x150x19	10626,61	51485,67	
3	Batang Diagonal (Bawah)	L 150x150x19	9674,58	51485,67	

Batang Tarik

No	Batang Profil	Dimensi Profil	N _u (Kg)	φ. Nn	
				Leleh (Kg)	Fraktur (Kg)
1	Batang diagonal (Atas)	L 150x150x19	25343,69	196972,2	53654,98
2	Batang diagonal (Bawah)	L 150x150x19	17525,4	196972,2	53654,98

PENUTUP

Kesimpulan

1. Pada plat lantai jembatan kendaraan menggunakan plat steel deck komposit dengan ketebalan 200 mm dengan tulangan pokok D12 – 100 mm dengan tulangan bagi ϕ 12 – 100 mm. Pada trotoar menggunakan ketebalan 250 mm dengan menggunakan tulangan D12 – 100 mm dengan tulangan bagi ϕ 12 – 100 mm.
2. Dimensi profil baja WF pada jembatan :
 - a. Gelagar memanjang : WF 400 x 200 x 8 x 13
 - b. Gelagar melintang : WF 900 x 300 x 16 x 28
 - c. Gelagar induk : WF 388 x 402 x 15 x 15
 - d. Gelagar induk pelengkung : WF 388 x 402 x 15 x 15
3. Dimensi profil baja L pada jembatan :
 - a. Ikatan angin atas : L 150 x 150 x 9
 - b. Ikatan angin bawah : L 150 x 150 x 9

DAFTAR PUSTAKA

1. SNI 03-1729-2002 *Tata Cara Perencanaan Struktur Baja untuk Bangunan Gedung*. Badan Standarisasi Nasional.
2. RSNI T-03-2005 *Perencanaan Struktur Baja untuk Jembatan*. Badan Standarisasi Nasional.
3. RSNI T-02—2005 *Standar Perencanaan Pembebanan Pada Jembatan*. Badan Standarisasi Nasional.
4. SNI 03-1729-2015 *Spesifikasi Bangunan Struktural Baja*. Badan Standarisasi Nasional.
5. SNI 1725:2016 *Standar Pembebanan Jembatan*. Badan Standarisasi Nasional.
6. Agus Setiawan, 2008. *Perencanaan Struktur Baja dengan Metode LFRD*, Penerbit Erlangga, Jakarta